

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-182254

(P2000-182254A)

(43)公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 1 1 B 7/09
7/135

G 1 1 B 7/09
7/135

B 5 D 1 1 8
Z 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-356392

(22)出願日 平成10年12月15日(1998.12.15)

(71)出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72)発明者 菊池 育也

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号パイ
オニア株式会社総合研究所内

(74)代理人 100079119

弁理士 藤村 元彦

Fターム(参考) 5D118 AA11 AA16 CC12 CD02 CF04

CG03 CG15 DA20 DC03

5D119 AA28 EC01 EC02 JA24 JA43

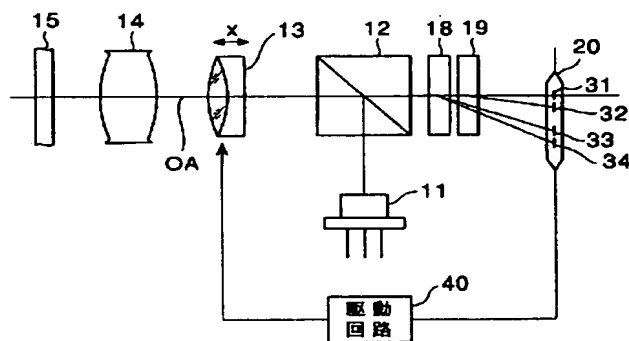
JA47

(54)【発明の名称】 ピックアップ装置

(57)【要約】

【課題】 高開口数の対物レンズを用いた光学系であっても記録／未記録ディスクに拘わらずその透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することができるピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 光ディスクの記録面から対物レンズを介して得られた反射光のうち、第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分のみを介して照射された第1照射光による第1反射光を検出し、記録面における第1照射光の焦点ずれを示す第1エラー信号を生成し、その得られた反射光のうち、第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を介して照射された第2照射光による第2反射光を検出し、記録面における第2照射光の焦点ずれを示す第2エラー信号を生成し、第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて球面収差に対応する信号を得る。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録面上を透過基板で覆われた光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なうピックアップ装置であって、

光ビームを第1の所定開口数の対物レンズを介して前記記録面に照射し、前記記録面からの反射光を前記対物レンズを介して得る反射光抽出手段と、

前記反射光抽出手段から得られた反射光のうち、第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分のみを介して照射された第1照射光による第1反射光を検出し、前記記録面における前記第1照射光の焦点ずれを示す第1エラー信号を生成する第1焦点誤差検出手段と、前記反射光抽出手段から得られた反射光のうち、前記第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を介して照射された第2照射光による第2反射光を検出し、前記記録面における前記第2照射光の焦点ずれを示す第2エラー信号を生成する第2焦点誤差検出手段と、前記第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて球面収差に対応する信号を得る手段と、を備えたことを特徴とするピックアップ装置。

【請求項2】 前記第1及び第2エラー信号を比較してその比較結果に応じて球面収差に対応する信号を得る手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のピックアップ装置。

【請求項3】 前記第1及び第2エラー信号の少なくとも一方と異なる他方を少なくとも用いて前記対物レンズを駆動するフォーカス制御手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なうためのピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なう場合には、その記録層面を直接露出すると傷が付いたり或いはヘッドとの衝突で損傷が与えられると、記録や再生ができなくなってしまうので、所定の厚さの透過基板を介して書き込み又は読み取りをすることが行なわれている。このときの基板は例えば、射出成形によって形成されるが、基板の厚さを全面に亘って正確に規定値にすることは困難であり、通常、数十 μ mの厚さ誤差が生じている。従来、このような厚さ誤差が生じて問題とならないように対物レンズの開口数を決定してシステムを構成していた。しかしながら、情報量の増大と共に、記録密度を高くすることが求められているので、対物レンズの開口数を増大させてディスク上でのスポット径を縮小して記録することが考えられている。この場合、透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することが行なわれている。これは、例え

2

ば、特開平10-106012号公報に示されたように、ディスクからの再生信号の変調度やそのジッタ、エラーレートを監視してその監視内容に応じて球面収差補正手段（レンズ）を駆動するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、未記録ディスクに記録を行なう場合には再生信号が得られないので、球面収差を補償することができない。また、ジッタ、エラーレート、変調度等は例えば、基板の傾き、複屈折等によっても影響を受け、このような要因が存在する場合にはジッタ、エラーレート、変調度等が増大してサーボ系が誤動作してしまうという問題があった。

【0004】 そこで、本発明の目的は、高開口数の対物レンズを用いた光学系であっても記録／未記録ディスクに拘わらずその透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することができるピックアップ装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明のピックアップ装置は、記録面上を透過基板で覆われた光ディスクに対して情報の書き込み或いは読み取りを行なうピックアップ装置であって、光ビームを第1の所定開口数の対物レンズを介して記録面に照射し、記録面からの反射光を対物レンズを介して得る反射光抽出手段と、反射光抽出手段から得られた反射光のうち、第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分のみを介して照射された第1照射光による第1反射光を検出し、記録面における第1照射光の焦点ずれを示す第1エラー信号を生成する第1焦点誤差検出手段と、反射光抽出手段から得られた反射光のうち、第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を介して照射された第2照射光による第2反射光を検出し、記録面における第2照射光の焦点ずれを示す第2エラー信号を生成する第2焦点誤差検出手段と、第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて球面収差に対応する信号を得る手段と、を備えたことを特徴としている。

【0006】 かかる本発明のピックアップ装置によれば、光ディスクの記録面からの反射光のうち、対物レンズ上で第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分を透過した第1反射光を検出して第1エラー信号を生成し、また反射光のうち、対物レンズ上で第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を透過した第2反射光を検出して第2エラー信号を生成するので、第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて透過基板の厚さの誤差によって生じる球面収差を示す信号を得ることができる。

【0007】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は本発明によるピックアップ装置の光学系を示している。このピックアップ装置

50

3

において、光源 11 は図示しない駆動回路により駆動されてレーザ光を発射し、光源 11 から発射されたレーザ光はビームスプリッタ 12 によって光ディスク 15 側の光軸 OA 方向に反射された後、コリメータレンズ 13 を介して平行レーザビームとして対物レンズ 14 に到達する。対物レンズ 14 はレーザビームを光ディスク 15 の記録面に収束させる。光ディスク 15 の記録面で反射した光ビームは対物レンズ 14、そしてコリメータレンズ 13 で平行レーザビームにされた後、ビームスプリッタ 12 を直線的に通過してホログラム素子 18 に到達する。ホログラム素子 18 には更にホログラム素子 19 が連続して配置されている。この 2 つのホログラム素子 18、19 を通過したレーザビームは受光器 20 に到達する。対物レンズ 14、コリメータレンズ 13、ビームスプリッタ 12 及びホログラム素子 18、19 は光軸 OA がそれらの中心を通るように配置されている。

【0008】ホログラム素子 18 は光軸 OA 方向から見ると図 2 に示すように、円形の外形を有し、その中央部に円形のホログラムパターン 21 が形成されている。ホログラムパターン 21 は有効光路に相当する外周部 22 よりも内側に小さく形成され、光ビームを所定の角度で回折させるように形成されている。このパターンは直線状であり、回折光エネルギーを特定の方向に集中させるようにブレード(blaze)形状の表面とされている。なお、ここではホログラムパターン 21 の部分は、対物レンズ 14 上での開口数 NA が 0.31 以下に相当する領域を透過して光ディスク 15 に照射された光ビームの反射光が透過するように形成されており、外周部 22 は対物レンズ 14 上での開口数 NA が 0.85 以下に相当する領域を透過して光ディスク 15 に照射された光ビームの反射光が透過するように形成されている。

【0009】ホログラム素子 19 は光軸 OA 方向から見ると図 3 に示すように円形の外形を有し、その円の中心点から偏芯した点を中心点とした同心円状で凹レンズの作用をなすパターンを有している。ホログラム素子 19 により 2 つの異なる焦点位置となる光ビームが受光器 20 に向けて放出される。受光器 20 はホログラム素子 19 で分離される 2 つのレーザビームの異なる焦点位置のほぼ中間位置に配置されており、4 つの光検出器 31～34 を備え、それら光検出器 31～34 は光軸 OA に垂直な面上に位置している。光検出器 31 は光軸 OA 上に位置し、光検出器 32、33、34 の順に光軸 OA から同一方向に遠ざかって配置されている。また、その配置方向の分割線にて図 4 に示すように光検出器 31～34 各々の受光面は 3 分割され、3 分割各々の出力が得られるようになっている。

【0010】光検出器 31 の 3 分割の光検出素子 31a～31c 及び光検出器 32 の 3 分割の光検出素子 32a～32c には差動増幅器 35 が接続されている。また、*

4

*光検出器 33 の 3 分割の光検出素子 33a～33c 及び光検出器 34 の 3 分割の光検出素子 34a～34c には差動増幅器 36 が接続されている。差動増幅器 35 は第 1 のエラー信号 FE1 を生成し、差動増幅器 36 は第 2 のエラー信号 FE2 を生成する。第 2 のエラー信号 FE2 はフォーカスエラー信号 FE として光ディスクプレーヤのフォーカスサーボ系(図せず)に供給される。

【0011】差動増幅器 35 の出力には更に差動増幅器 39 が接続されている。また、差動増幅器 36 の出力は増幅器 38 を介して差動増幅器 39 に接続されている。差動増幅器 39 の出力信号がディスク 15 の過透基板の厚さ誤差信号 TH となる。厚さ誤差信号 TH は駆動回路 40 に供給されるように構成されており、駆動回路 40 は厚さ誤差信号 TH に応じてコリメータレンズ 13 を図 1 に矢印 X で示すように光軸 OA 方向において駆動する。

【0012】かかる構成においては、光ディスク 15 の記録面で反射した光ビームが対物レンズ 14、コリメータレンズ 13、そしてビームスプリッタ 12 を介してホログラム素子 18 に到達する。そのホログラム素子 18 への入射光のうちからホログラムパターン 21 で回折されずそのまま光軸 OA 方向に透過光(0 次の回折光)となるものと、ホログラムパターン 21 での回折によって 1 次の回折光とが得られる。

【0013】ホログラム素子 18 からホログラム素子 19 への透過光については、ホログラム素子 19 はそのまま透過光として出力してその透過光によるスポット S1 を光検出器 31 の受光面に形成させる他、1 次の回折光として出力してその 1 次の回折光によるスポット S2 を光検出器 32 の受光面に形成させる。ホログラム素子 18 からホログラム素子 19 へ至る 1 次の回折光については、ホログラム素子 19 はそのまま透過光として出力してその透過光によるスポット S3 を光検出器 33 の受光面に形成させる他、1 次の回折光として出力してその 1 次の回折光によるスポット S4 を光検出器 34 の受光面に形成させる。

【0014】光ディスク 15 への照射光の球面収差が小さく合焦状態にあるときには、光検出器 31 及び 32 に形成されるスポット径はほぼ等しい大きさとなり、また光検出器 33 及び 34 に形成されるスポット径はほぼ等しい大きさとる。よって、差動増幅器 35 では光検出器 31 の光検出素子 31a～31c 及び光検出器 32 の光検出素子 32a～32c の各出力レベルに応じて第 1 のエラー信号 FE1 が生成される。光検出素子 31a～31c の各出力レベルを 31aOUT～31cOUT、光検出素子 32a～32c の各出力レベルを 32aOUT～32cOUT とすると、第 1 のエラー信号 FE1 は次の式(1)の如く表すことができる。

【0015】

$$FE1 = (31aOUT + 31cOUT - 31bOUT) - (32aOUT + 32cOUT - 32bOUT) \quad \cdots (1)$$

5

差動増幅器36では光検出器33の光検出素子33a~33c及び光検出器34の光検出素子34a~34cの各出力レベルに応じて第2のエラー信号FE2が生成される。光検出素子33a~33cの各出力レベルを33a0*

$$FE2 = (33aOUT + 33cOUT - 33bOUT) - (34aOUT + 34cOUT - 34bOUT) \quad \dots\dots(2)$$

第1のエラー信号FE1はそのまま差動増幅器39に供給され、第2のエラー信号FE2は増幅器38を介して差動増幅器39に供給される。差動増幅器39の出力信号である厚さ誤差信号THは、増幅器38の増幅率を α とすると、

$$TH = \alpha \times FE2 - FE1 \quad \dots\dots(3)$$

となる。

【0017】図5は光ディスク15の透過基板の厚さが基準値であるときのデフォーカス量に対する第2のエラー信号FE2の信号変化を示している。また、図6は第2のエラー信号FE2に応じてフォーカスサーボ系を動作させた場合、すなわち、ジャストフォーカス状態における光ディスク15の透過基板の厚さの誤差に対する第1のエラー信号FE1の信号変化を示している。この場合に第2のエラー信号FE2はほぼ0に制御されているが、第1のエラー信号FE1は透過基板の厚さの誤差に応じて変化している。よって、式(3)から算出される厚さ誤差信号THは第2のエラー信号FE2はほぼ0に制御されているときには第1のエラー信号FE1にほぼ比例するので、光ディスク15の透過基板の厚さの誤差を示すことになる。なお、図6において特性Aはホログラム素子18のホログラムパターン21で光がほとんど回折した場合に外周部22からの光検出器31の出力に基づいた第1のエラー信号FE1の信号変化であり、特性Bはホログラムパターン21及び外周部22の両方からの光を受光した光検出器31の出力に基づいた第1のエラー信号FE1の信号変化である。

【0018】算出された厚さ誤差信号THは駆動回路40を介してコリメータレンズ13を光軸OA方向において平行移動させる。なお、上記した実施例においては、厚さ誤差信号THに応じてコリメータレンズを駆動することにより球面収差補正を行なうが、この他にイコライザ特性を変化させる、記録時のレーザパワーやストラテジを制御する等の動作を行なう構成にすることができる。構成例では必要な媒体照射パワー、記録感度、使用する透過基板の厚さ、制御範囲等によって様々な設計が可能である。

【0019】また、上記した実施例においては、小なる開口数のパターン21の部分で回折された反射光の受光量に基づいた第2のエラー信号FE2だけをフォーカス制御のためにフォーカスサーボ系に供給しているが、第2のエラー信号FE2に代えて大なる開口数の外周部22の部分を通じた反射光の受光量に基づいた第1のエラー信号FE1だけをフォーカス制御のためにフォーカスサーボ系に供給しても良い。また、第1及び第2のエ

6

*UT~33cOUT、光検出素子34a~34cの各出力レベルを34aOUT~34cOUTとすると、第2のエラー信号FE2は次の式(2)の如く表すことができる。

【0016】

$$FE2 = (33aOUT + 33cOUT - 33bOUT) - (34aOUT + 34cOUT - 34bOUT) \quad \dots\dots(2)$$

ラー信号FE1及びFE2の両方をフォーカス制御のために用いても良い。この場合の構成を図7に示している。加算器42及び増幅率 β を有する増幅器41が新たに設けられ、第1のエラー信号FE1は加算器42の一方の入力端子に供給され、また第2のエラー信号FE2は増幅器41を介して加算器42の他方の入力端子に供給される。加算器42の出力信号をFEとすると、信号FEは、

$$FE = \beta \times FE2 + FE1 \quad \dots\dots(4)$$

となる。この信号FEがフォーカス制御のためにフォーカスサーボ系に供給される。なお、増幅率 β は第2のエラー信号FE2に含まれる球面収差の影響を低減させるように設定される。

【0020】更に、上記した実施例においては、各エラー信号の生成方法はスポット径を3分割の光検出器で測定する方法を用いているが、この方法に限定する必要はなく、例えば、ホログラム素子19を非点収差を与える形状として通過する光に対して非点収差を与えることによりエラー信号を生成するようにしても良い。また、ホログラム素子19を用いないで異なる開口数によるそれぞれ1つずつのスポットの径を3分割の光検出器によって検出する従来の方法を用いてエラー信号FE1、FE2を生成するようにしても良い。

【0021】また、上記した実施例においては、ディスク15からの反射光がホログラム素子18を通過する際に光束を2つの領域に分割するような構成としたが、この構成に代えて対物レンズの一方の面に、或いは対物レンズと共に駆動されるようにホログラム素子18に相当するものを設ける構成であっても良い。このようにディスクへの照射光とそれからの反射光とが通過する光路にホログラム素子18等の光束を2つの領域に分割する手段を配置した場合には、特定方向の偏光成分に対して効果を表す偏光ホログラムを波長板と共に用いることによって照射光の光路で発生する光量ロスを抑制することができる。

【0022】更に、上記した実施例においては、ディスクのトラッキングについての説明を行なわなかったが、ホログラム素子を例えば、半径方向に2分割して互いに個別の位置に集光させることによってプッシュプルトラッキングエラー信号を得る構成、4分割形状として位相差法によってトラッキングエラー信号を得る構成などの従来から知られた構成を採用することができる。

【0023】また、上記した実施例においては、ホログラム素子18、19を個別に設けているが、パターンを一体化することにより1つの単体として設けることがで

7

きる。更に、上記した実施例は、対物レンズ14の瞳の開口が円形であるという前提の元に形成されているが、その開口は円形に限らず、楕円形などの縦長の開口でも良い。このような楕円形の瞳は異なる開口数を有する光学系に適用することができ、特に、開口数が異なる方向において分割することが有効である。例えば、楕円形の開口にする場合には、ホログラム素子18に代えて設けるホログラム素子45のパターンは図8に示すように、楕円瞳44の長軸方向において3分割された外側部45a、45bだけに形成すれば良く、このようにすることによりホログラム素子の横方向ずれの影響を減少させることができる。なお、楕円形の短軸方向がディスク上でのピット例方向、すなわち時間軸方向に相当する。

【0024】図9は本発明の他の実施例としてピックアップ装置の光学系を示している。このピックアップ装置において、光源51は図示しない駆動回路により駆動されてレーザ光を発射し、光源51から発射されたレーザ光はコリメータレンズ52で平行レーザビームにされた後、ビームスプリッタ53によって光ディスク57側の光軸OA方向に反射された後、補償レンズ54、55を介して平行レーザビームとして対物レンズ56に到達する。対物レンズ56はレーザビームを光ディスク57の記録面に収束させる。光ディスク57の記録面で反射した光ビームは対物レンズ56及び補償レンズ55、54を経て、ビームスプリッタ53に到達する。ビームスプリッタ53を直線的に通過した反射光は集光レンズ58で集光されてホログラム素子59に到達し、ホログラム素子59を通過したレーザビームは受光器60に到達する。

【0025】ホログラム素子59は光軸OA方向から見ると図10に示すように、円形の外形を有し、+1次光に対しては凸レンズとして作用し受光器60の手前で集光させ、-1次光に対しては凹レンズとして作用し受光器60の奥で集光させる。また、ホログラム素子59の内部部分の円パターン59aとその外周部分の円環パターン59bとは縞状に形成されており、その間隔が円パターン59aと円環パターン59bとでは図10に示したように異なり、これにより内部部分と外周部分との光ビームの屈折角度が異なっている。

【0026】受光器60は4つの光検出器61~64を備え、それら光検出器61~64は光軸OAに垂直な面上にその順番にて配置されている。光検出器62と63との間に光軸OAが位置している。また、その配置方向の分割線にて図12に示すように光検出器61~64各々の受光面は3分割され、3分割各々の出力が得られるようになっている。

【0027】図11は光検出器61~64各々への反射光の集光を示している。この図11、更には図12から分かるように、光検出器61にはホログラム素子59の円環パターン59bを透過した+1次光による円環状の

8

スポットS11が生成され、光検出器62にはホログラム素子59の円パターン59aを透過した+1次光による円状のスポットS12が生成され、光検出器63にはホログラム素子59の円パターン59aを透過した-1次光による円状のスポットS13が生成され、光検出器64にはホログラム素子59の円環パターン59bを透過した-1次光による円環状のスポットS14が生成される。

【0028】また、図12に示すように光検出器61の3分割の光検出素子61a~61c及び光検出器64の3分割の光検出素子64a~64cには差動増幅器65が接続されている。また、光検出器62の3分割の光検出素子62a~62c及び光検出器63の3分割の光検出素子63a~63cには差動増幅器66が接続されている。差動増幅器65は第1のエラー信号FE1を生成し、第1のエラー信号FE1はディスク57の過透基板の厚さ誤差信号THとなる。厚さ誤差信号THは駆動回路67に供給されるように構成されており、駆動回路67は厚さ誤差信号THに応じて補償レンズ55を図9に矢印Xで示すように光軸OA方向において駆動する。差動増幅器66は第2のエラー信号FE2を生成する。第2のエラー信号FE2はフォーカスエラー信号FEとして光ディスクプレーヤのフォーカスサーボ系（図示せず）に供給される。

【0029】この実施例では、第1のエラー信号FE1のレベルから第2のエラー信号FE2を減算せずに、第1のエラー信号FE1を厚さ誤差信号THとして用いている。これは、第2のエラー信号FE2を用いてフォーカス制御をしているため、フォーカス制御をしている状態では、第2のエラー信号FE2のレベルは常に0となっていることを考慮したものである。すなわち、信号レベルが0の第2のエラー信号FE2をわざわざ減算せずに、第1のエラー信号FE1を厚さ誤差信号THとして用いたものである。

【0030】

【発明の効果】以上の如く、本発明のピックアップ装置によれば、光ディスクの記録面からの反射光のうち、対物レンズ上で第1の所定開口数より小なる第2の所定開口数以下の部分を透過した第1反射光を検出して第1エラー信号を生成し、また反射光のうち、対物レンズ上で第2の所定開口数より大なる所定開口数以下の部分を透過した第2反射光を検出して第2エラー信号を生成するので、第1及び第2エラー信号の少なくとも一方を用いて透過基板の厚さの誤差によって生じる球面収差を示す信号を得ることができる。よって、高開口数の対物レンズを用いた光学系であっても記録/未記録ディスクに拘わらずその透過基板の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるピックアップ装置の光学系を示す

図である。

【図2】図1の光学系中のホログラム素子18のパターンを示す図である。

【図3】図1の光学系中のホログラム素子19のパターンを示す図である。

【図4】図1のピックアップ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図5】第2のエラー信号FE2の信号変化を示す図である。

【図6】第1のエラー信号FE2の信号変化を示す図である。

【図7】本発明の他の実施例としてピックアップ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の他の実施例としてホログラム素子のパターンを示す図である。

【図9】本発明の他の実施例としてピックアップ装置の *

*光学系を示す図である。

【図10】図9の光学系中のホログラム素子59のパターンを示す図である。

【図11】図9の光検出器61～64各々への反射光の集光状態を示す図である。

【図12】図9のピックアップ装置の回路構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

11, 59 光源

12 ビームスプリッタ

13, 52, 54 コリメータレンズ

14, 56 対物レンズ

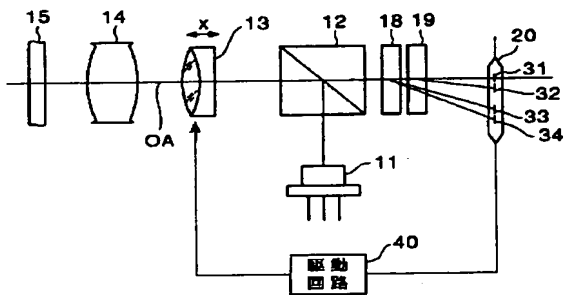
15, 57 光ディスク

18, 19, 45, 59 ホログラム素子

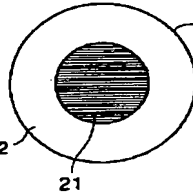
20, 60 受光器

31～34, 61～64 光検出器

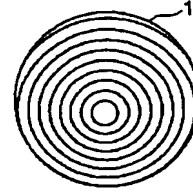
【図1】



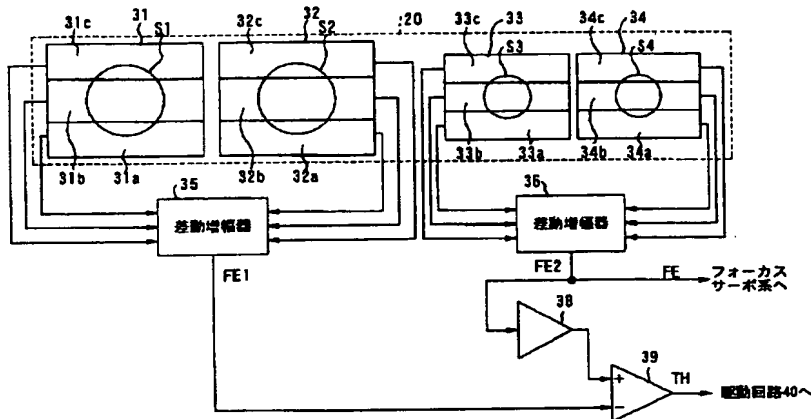
【図2】



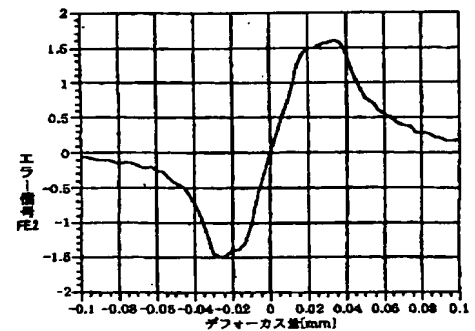
【図3】



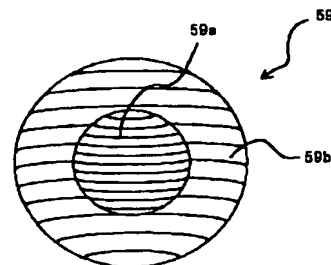
【図4】



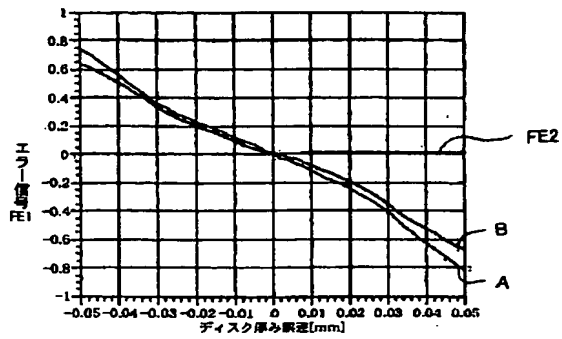
【図5】



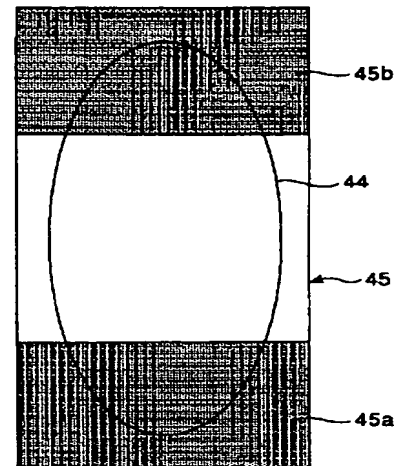
【図10】



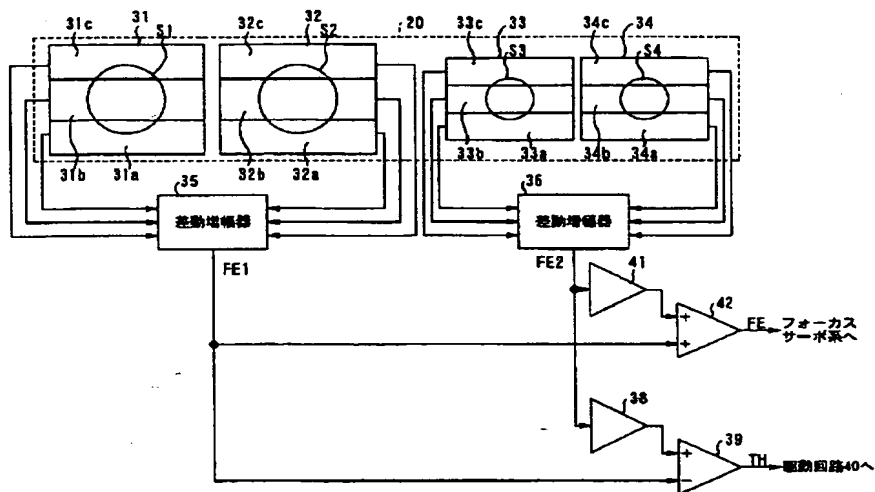
【図6】



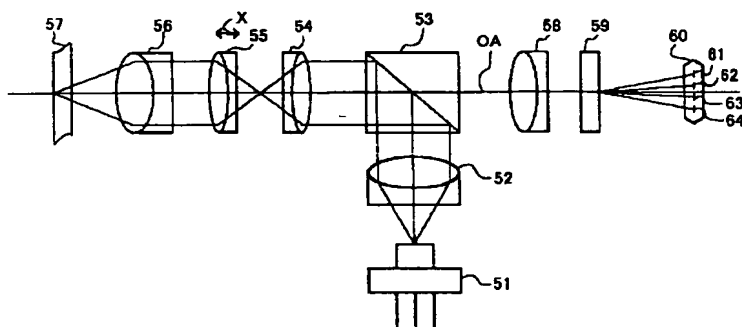
【図8】



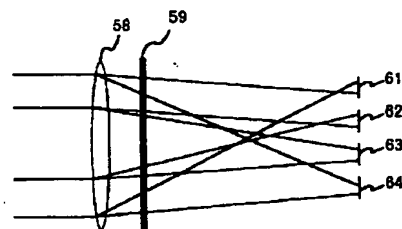
【図7】



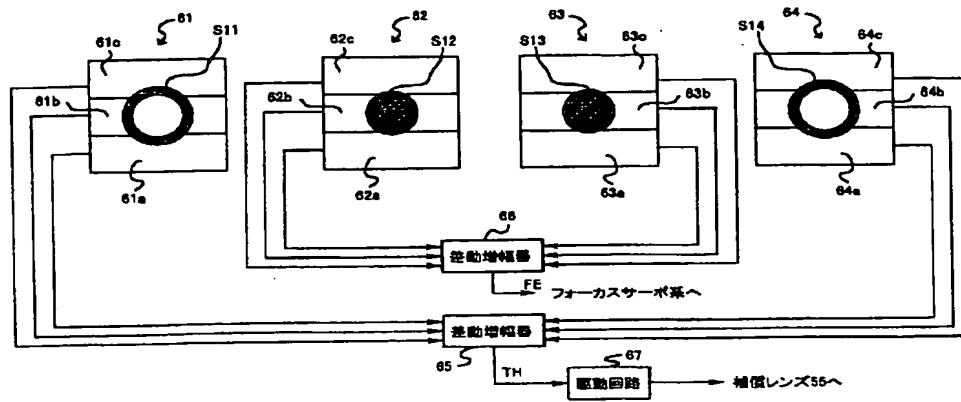
【図9】



【図11】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.